ANÁLISE DA TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DO AR NA ÁREA URBANO-RURAL DE BIRIGUI-SP

Eduardo CASTILHO[1]
Margarete Cristiane de Costa trindade AMORIM[2]

RESUMO

As transformações proporcionadas pelo processo de urbanização além de promover degradação ambiental também podem modificar o clima na escala local.

Vários estudos têm constatado que os ambientes urbanos, desprovidos de um adequado planejamento, contribuem nas mudanças de comportamento do clima. As principais mudanças que estão sendo evidenciadas dizem respeito a alterações no balanço de energia e formação de "ilhas de calor".

A cidade de Birigui está inserida em um processo de urbanização que convive com um modelo econômico que prioriza os interesses do capital para posteriormente estabelecer metas de planejamento. Essas metas devem suprir e solucionar um conjunto de problemas que incluem: inadequadas instalações industriais, retirada de cobertura vegetal, impermeabilização dos solos, modificações no relevo do sítio urbano, alterações no balanço energético e hídrico e também possíveis transformações no comportamento do clima.

A presente pesquisa tem como objetivo comparar o comportamento da temperatura, umidade relativa do ar e direção do vento entre a cidade e o campo, buscando investigar as diferenças no comportamento desses elementos do clima em condições adversas de uso e ocupação do solo, verificando também em quais condições atmosféricas as diferenças entre campo e cidade se evidenciam. O estudo foi realizado em três pontos do município, sendo dois localizados na área urbana (Perdizes e Centro) e um na área rural.

As observações – mensurações meteorológicas foram realizadas no período de 21/12/2004 a 04/01/2005 (Verão), às 09h00, 15h00 e 21h00. Os equipamentos utilizados para a coleta de dados consistem em mini-abrigos meteorológicos com psicrômetros contendo pares de termômetros (bulbo seco e bulbo úmido), para as medidas de temperatura e umidade relativa do ar e fitas de cetim fixadas na parte inferior do mini-abrigo, utilizada para indicar a direção do vento. A velocidade do vento foi estimada a partir da Escala da Força de Vento de *Beaufort.* Associado a leitura dos termômetros e observações da direção e velocidade do vento, foram efetuadas análises dos sistemas atmosféricos regionais, nos dias das observações-mensurações, através das imagens do satélite GOES, das cartas sinóticas de superfície e de informações coletadas no sítio do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC). Para a análise dos resultados foram elaboradas cartas de isotermas e isoígras através do *Software Surfer for Windows* para a espacialização dos dados.

Através da análise dos resultados constatou-se que, as 9H00 estabeleceu-se um padrão dos elementos climáticos (temperatura e umidade relativa) para a maior parte dos dias estudados. O ponto localizado na área rural apresentou as maiores temperaturas e as menores porcentagens de umidade relativa, com amplitudes máximas entre os pontos de 2,2^{o}C e 14,9%.

As 15H00 as maiores temperaturas e as menores umidades foram encontradas no Centro, com amplitudes máximas de 4°C e 29,3%.

[1] Universidade Estadual Paulista, Graduação em Geografia, Bolsista FAPESP, eduardocast@ibest.com.br
[2] Universidade Estadual Paulista, Professora Doutora, mccta@prudente.unesp.br

As 21h00 os pontos Centro e Perdizes apresentaram-se mais quentes e com menor umidade, com amplitudes máximas de 4ºC e 26,6%.

Foram observadas diferenças significativas entre os pontos, atingindo amplitudes que permitem afirmar que o tipo de uso e ocupação do solo foram responsáveis por essas diferenças, sendo, portanto importante que sejam definidas estratégias e propostas que no processo de crescimento da cidade contribuam para a melhoria da qualidade ambiental urbana e de vida da população na cidade de Birigui.

INTRODUÇÃO

O ser humano desde seu surgimento até os dias atuais, está submetido a um constante processo evolutivo que define seus modos de vida, hábitos, cultura e principalmente as formas com que este usa e ocupa o solo em que está inserido.

Uma das maiores transformações promovida no ambiente natural pela espécie humana está evidenciada na formação e no desenvolvimento das cidades.

As cidades são ambientes artificiais, onde o homem concentra um grande volume de múltiplas e diversificadas atividades. Este ambiente está representado por um conjunto próprio de características e particularidades, sendo que, uma das mais importantes corresponde à urbanização.

O fenômeno da urbanização está presente nas sociedades humanas desde a formação dos primeiros núcleos urbanos. Ele tem seu auge concentrado na Revolução Industrial ocorrida nos séculos XVIII e XIX.

As transformações proporcionadas pelo fenômeno de urbanização além de promover degradação ambiental também podem modificar o clima.

Vários estudos têm constatado que os ambientes urbanos, desprovidos de um adequado planejamento (principalmente nos países subdesenvolvidos), contribuem nas mudanças de comportamento do clima. As principais mudanças que estão sendo evidenciadas dizem respeito a alterações no balanço de energia e formação de “ilhas de calor”.

Além de alterações no balanço energético, o clima das cidades também pode manifestar as “ilhas de calor”, que segundo definições de OKE (1982) são resultantes de diferenças no balanço de energia entre a área urbana e o campo ou de diferenças existentes no interior da própria cidade. Para o autor a “ilha de calor” corresponde a uma anomalia térmica com dimensões horizontais, verticais e temporais. Essa anomalia apresenta características que estão relacionadas com a natureza da cidade (dimensão de construções, uso do solo, contingente populacional) e com as influências externas (clima, tempo e estações).

Depois de realizadas discussões que envolveram a urbanização e seus impactos sobre o ambiente urbano é fundamental ressaltar que a cidade de Birigui – SP, alvo deste estudo, está inserida em um processo de urbanização típico do subdesenvolvimento e convive com um modelo econômico que prioriza os interesses do capital para posteriormente estabelecer metas de planejamento. Essas metas devem suprir e solucionar um conjunto de problemas que incluem: inadequadas instalações industriais, retirada de cobertura vegetal, impermeabilização dos solos, modificações no relevo do sítio urbano, alterações no balanço energético e hídrico e também possíveis transformações no comportamento do clima.

A presente pesquisa tem como objetivo comparar o comportamento da temperatura, umidade relativa do ar e direção do vento entre a cidade e o campo, buscando investigar as diferenças no comportamento desses elementos do clima em condições adversas de uso e ocupação do solo, verificando também em quais condições atmosféricas as diferenças entre campo e cidade se evidenciam. O estudo foi realizado em três pontos do município, sendo dois localizados na área urbana (Perdizes e Centro) e um na área rural.

Deve-se ressaltar que esta pesquisa poderá contribuir na definição de estratégias e propostas que envolvem a melhoria da qualidade ambiental urbana e de vida da população na cidade de Birigui.

MÉTODOS e TÉCNICAS

Na realização desta pesquisa foram utilizados materiais que buscam demonstrar através de coleta de dados na área urbano – rural de Birigui-SP , as possíveis diferenças e mudanças no comportamento do clima deste município.

Foram utilizados mini-abrigos com psicrômetros contendo pares de termômetros (bulbo seco e bulbo úmido), para as medidas de temperatura e umidade relativa do ar e fitas de cetim fixada na parte inferior do mini-abrigo, utilizada para indicar a direção do vento. A velocidade do vento foi estimada a partir da "Escala da Força de Vento de Beaufort". As paredes do mini-abrigo são duplas e perfuradas para que o ar possa circular livremente. Sua base fica a 1,5 m da superfície, não permitindo que os termômetros sofram interferência direta da radiação terrestre e a sua abertura voltada para o sul, evita a incidência solar direta nos termômetros. Esse material foi utilizado por Sezerino e Monteiro (1990).

Para Monteiro (1990) na distribuição dos pontos contendo os mini-abrigos deve-se considerar o caráter geoecológico do sítio sobre o qual se assenta a cidade, expondo unidades morfológicas que nele se distinguem. O sítio não deve ser tomado apenas nas formas primitivas (ou naturais), mas deve-se considerar todas as derivações, acréscimos, supressões e o seu dinamismo representado por várias funções: fluxo de veículos, atividade industrial, existência de áreas verdes, entre outros.

As leituras nos mini-abrigos, foram realizadas às 9h00, 15h00 e 21h00, em 15 dias do mês dezembro/2004 - janeiro/2005, representativo do verão - chuvoso e quente.

Associado a leitura dos termômetros e direção do vento, foi efetuada uma análise dos sistemas atmosféricos regionais, nos dias das observações-mensurações, através das imagens do satélite GOES, das cartas sinóticas de superfície e de informações coletadas no site do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC).

Considerando as abordagens realizadas por Monteiro (1976), o conceito de clima advém de um "sistema aberto, ativo e complexo, cuja vitalidade está na dependência direta da capacidade de trocar energia e matéria com o exterior".

Monteiro (1976), após definir o escalonamento das unidades climáticas no espaço geográfico em zonal, regional e local, propõe a partir da inter-relação dos elementos da natureza e do homem o Sistema Clima Urbano (S.C.U).

O Sistema Clima Urbano proposto por Monteiro (1976 e 1990), está subdividido em três subsistemas: Termodinâmico; Físico-Químico; Hidrometeórico.

Nesta pesquisa o Sistema Clima Urbano foi adotado como método de análise com ênfase ao subsistema termodinâmico, a partir do estudo do comportamento da temperatura e umidade relativa do ar, nas suas variações entre cidade e campo.

RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS DOS PONTOS ESCOLHIDOS.

A determinação dos pontos escolhidos para o levantamento de dados meteorológicos na área urbana e rural foi realizada com base em uma caracterização geográfica feita através de visitas a campo e análise da carta do município.

Foram escolhidos três pontos com características diferenciadas de uso e ocupação do solo e valores altimétricos próximos. A localização destes pontos foi viabilizada por meio da utilização de GPS e altímetro.

Os mini – abrigos foram instalados nos seguintes pontos: Centro – engloba as características da área central; Perdizes – envolvendo as particularidades de um bairro residencial que se localiza na transição entre o urbano – rural e o ponto Rural – englobou as características do ambiente rural situado a aproximadamente 6 (seis) kilometros da malha urbana.

No Centro o mini – abrigo foi instalado em um estacionamento na Rua 7 de Dezembro (21°17'22" sul e 50°20'22" oeste) com altitude de 422 metros. Esta localidade apresenta-se totalmente urbanizada e impermeabilizada, com presença de vegetação arbórea esparsa e de pequeno porte. Sua área demonstra verticalização com o predomínio de edifícios que variam entre dois a dez pavimentos.

A rua 7 de Dezembro apresenta intenso fluxo de pessoas e veículos, tem calçadas estreitas que inviabilizam o plantio de árvores e por estar na área central concentra equipamentos industriais de refrigeração.

O uso do solo é marcado pelo predomínio de estabelecimentos comerciais que estão instalados em construções antigas.

No Perdizes o mini – abrigo foi instalado no quintal de uma residência localizada na Rua José Rossini (21°18'09" sul e 50°19'58" oeste) a 406 metros de altitude sobre o nível do mar.

O uso do solo nesta localidade é predominantemente residencial, sem a presença de edificações acima de dois pavimentos. A área representa uma transição entre o urbano – rural e possuí vegetação arbórea de médio e pequeno porte nas ruas e fundos de quintais. Há também presença de equipamentos residenciais de refrigeração (condicionadores de ar).

A Rua José Rossini está impermeabilizada, apresenta em seu entorno terrenos com gramíneas e o fluxo de veículos e pessoas é baixo.

Os terrenos têm sua área totalmente ocupada por construções e o padrão de construção pertence à classe média alta.

No ponto rural o mini – abrigo foi instalado em uma propriedade rural (21°12'39" sul e 50°18' 11") situada a aproximadamente 6 kilometros da malha urbana de Birigui e a 400 metros de altitude.

A área onde o aparelho se encontra é agrícola apresentando em sua extensão o cultivo de milho e em seu entorno pastagens destinados à pecuária leiteira e de corte.

A extensão territorial é relativamente plana e se encontra a 1,5 kilometros de um corpo hídrico e a 1 Km de uma pequena residência rural.

Nesta propriedade existem esparsas vegetações arbóreas, distribuídas entre as divisas das propriedades (cercas) e nas proximidades da residência e do corpo hídrico.

CARACTERÍSTICAS DA TEMPERATURA DO AR, UMIDADE RELATIVA DO AR E DIREÇÃO DO VENTO ÀS 09H00

No horário das 09h00 foi possível constatar, que a área rural apresentou durante o período de nove dias as maiores temperaturas quando comparado com os pontos Perdizes e Centro, como se pode observar nas cartas de isotermas (Figura 01) de alguns dias representativos. A diferença térmica entre o rural e o urbano nestes dias variou entre 0,6°C e 1,8°C.

As maiores amplitudes térmicas foram presenciadas nos dias 24/12 (1,8°C), 27/12 (1,8°C) e em 31/12 (2,2°C). Em 24/12 predominaram ventos de L (área Rural), ventos de NE (Perdizes) e de SE (Centro) e suas velocidades variaram entre 1,8m/seg e 3,4 m/seg, segundo a Escala de Beaufort. A nebulosidade esteve entre 5 e 6. No dia 27/12, sob alta nebulosidade proporcionada por uma área de convergência de umidade alinhada com uma frente fria, predominaram ventos de W (Área Rural), ventos de SW (Perdizes) e ventos de N (Centro). Foi constatado que a velocidade do vento no horário das 09h00 esteve entre 0,6 m/seg e 3,3 m/seg.

Em 31/12, quando ocorreu a maior amplitude térmica entre os pontos a nebulosidade esteve variável nos pontos estudados (entre 6 e 8 décimos) e os ventos foram de W na área rural, de S em Perdizes e N no Centro. A velocidade do vento esteve entre 0,6 m/seg e 3,4 m/seg. Nesta data ocorreu elevação de nebulosidade e temperatura devido à atuação de uma área de alta pressão em todo o Sudeste brasileiro.

É fundamental ressaltar que nos dias de maior amplitude térmica não ocorreu precipitação e a velocidade do vento se manteve baixa. Estes fatores foram de extrema importância para o aumento da amplitude térmica.

No dia 21/12 o Centro apresentou no horário das 09h00 uma temperatura de 26,8°C, sendo que, Perdizes e Rural apresentaram temperatura de 25,8°C. Essa diferença pode ser atribuída ao sistema atmosférico atuante (zona de convergência de umidade alinhada com uma frente fria), a variação no comportamento da direção dos ventos (área Rural foram de NE, em Perdizes foram de W e no Centro foram de SE) e também a sua velocidade que esteve entre 1,8 m/seg e 3,3 m/seg.

Em 23/12 a região central também apresentou no horário das 09h00, temperatura mais elevada (21,6°C) quando comparada a Perdizes e Rural (21°C). Deve-se ressaltar que os ventos predominantes nas três áreas foram os ventos de SE e que neste dia o céu estava totalmente encoberto, sendo que, atuava sobre o Estado de São Paulo uma área de convergência de umidade alinhada com uma frente fria.

No dia 26/12 ocorreu a menor amplitude térmica entre os pontos sendo que o Rural e Perdizes apresentaram temperatura de 24°C e o Centro temperatura de 24,2°C. Neste dia o céu estava encoberto, a velocidade do vento foi de 1,7 m/seg e a direção de SE na área rural e L na área urbana. É fundamental esclarecer que em 25/12 e nas horas que antecederam a leitura ocorreu precipitação. Essa precipitação ocasionada pela atuação de uma área de convergência de umidade alinhada com uma frente fria contribuiu para a diminuição da amplitude térmica.

Em 28/12 no horário das 09h00 a área rural apresentou uma temperatura de 29,1°C, com ventos de W; Perdizes apresentou temperatura de 29,6°C e ventos S e o Centro com uma temperatura de 28,2°C com ventos de N. O céu estava praticamente limpo neste dia e a velocidade do vento variou entre 1,8 m/seg e 3,3 m/seg, segundo a Escala de Beaufort.

Em 04/01, devido à atuação de uma área de baixa pressão foi possível constatar significativa queda de temperatura com pouca variação térmica. O céu estava encoberto e ocorreu precipitação.

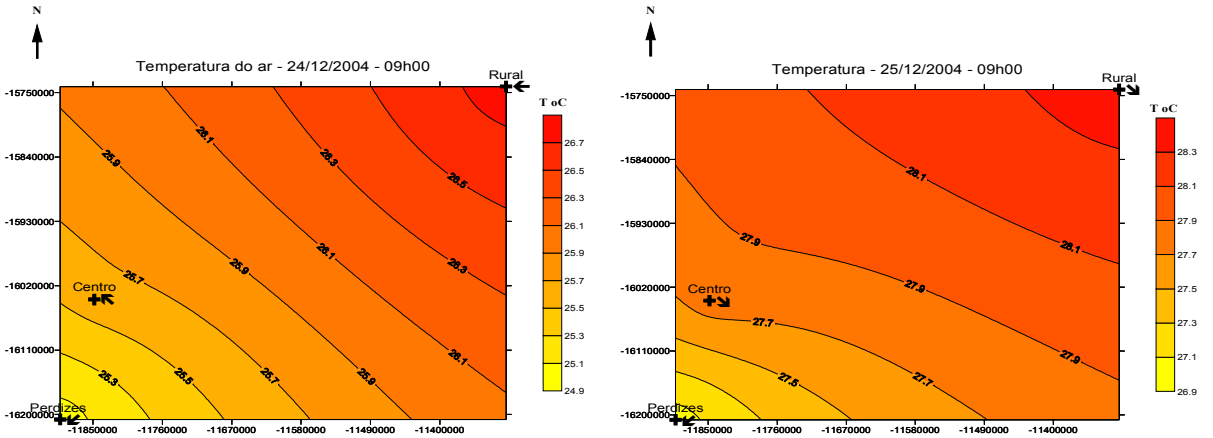

Figura 1 - Cartas de Isotermas - 09h00

No horário das 09h00 é possível notar nas cartas de isoigras (Figura 2), de alguns dias representativos, que ocorreram variações no comportamento da umidade.

Nos dias 21/12, 22/12 e 23/12 a diferença higrométrica foi considerável quando se compara os três pontos estudados. O Centro nos três dias apresentou a menor umidade relativa do ar (21/12 – 75,6%; 22/12 – 74,8%; 23/12 – 84,1%). A umidade relativa em Perdizes nos três dias correspondeu a 85,6% em 21/12; a 79,3% em 22/12 e a 85,6% em 23/12. Na área rural a umidade esteve em 84,1% em 21/12; em 74,8% em 22/12 e em 92,7% em 23/12. A partir dos dados expostos é possível concluir que a umidade relativa do ar se manteve elevada no período devido à atuação de áreas de convergência de umidade alinhadas com uma frente fria. Esse sistema atmosférico proporcionou a ocorrência de chuvas nos três dias, contribuindo para a elevação da umidade.

Em 24/12 e 25/12 houve uma queda da umidade relativa do ar quando comparada aos dias anteriores. Essa queda pode ser atribuída a redução da nebulosidade devido à perda de influência da área de convergência de umidade que atuou no período anterior. Nota-se neste período que a área rural apresentou a menor umidade relativa do ar (24/12 – 74,2%; 25/12 – 73,7%). A área que se apresentou com maior umidade relativa foi Perdizes (24/12 – 79,2%; 25/12 – 78,6%). Nestes dois dias houve aumento de temperatura quando comparado aos dias anteriores, favorecendo a queda da umidade relativa do ar.

Nos dias 26/12 e 27/12 houve considerável elevação da umidade relativa do ar em todos os pontos. Essa elevação pode ser atribuída a atuação de uma área de convergência de umidade associada a uma frente fria (litoral da Região Sudeste e Sul), que atuou provocando precipitação em 26/12. No dia 26/12 a área Rural (91,6%) e Perdizes (89,9%) demonstram maior umidade relativa do ar quando comparadas ao Centro (85,1%). Em 27/12 houve uma inversão, pois o Centro (85,4%) demonstrou maior umidade relativa quando comparado a Perdizes (83,8%) e a área Rural (81,5%). Essa diferença entre os pontos pode ser atribuída a variação de temperatura que em 26/12 apresentou-se 0,2°C mais elevada na área Central (24,2°C) quando comparada a Perdizes (24°C) e a área Rural (24°C); diminuindo com isso a umidade relativa do ar no Centro. Em 27/12 por apresentarem menor temperatura o Centro (25°C) e Perdizes (25°C) demonstraram maior umidade relativa do ar quando comparados à área Rural que apresentou temperatura mais elevada (26,8°C), diminuindo, portanto sua umidade relativa. Nos dias 26/12 e 27/12, foi possível constatar que a velocidade do vento se manteve entre 0,6 m/seg e 3,3 m/seg, contribuindo na variação da amplitude higrométrica.

No período de 28/12 a 02/01 verificou-se uma considerável queda na umidade relativa do ar, atribuída à atuação de sistemas atmosféricos que mantiveram as condições do tempo estáveis. Na interpretação das cartas de isoigras para este período foi possível constatar que Perdizes esteve entre os pontos com maior umidade relativa. O Centro e a área Rural apresentaram considerável variação na umidade. A maior diferença higrométrica foi de

14,9% e ocorreu em 29/12, quando Perdizes atingiu 83,2 % de umidade relativa, a área rural atingiu 68,3% e o Centro 77,1%.

Em 03/01 a umidade relativa do ar manteve-se em 66,9% na área Rural; em 66,4% no ponto Perdizes e 65,8% no Centro. A amplitude higrométrica entre os pontos foi baixa variando entre 0,5% e 1,1%. Deve-se ressaltar que ocorreu aumento de nebulosidade favorecido pelo avanço de uma área de baixa pressão.

A umidade relativa do ar em 04/01 atingiu no horário das 09h00 elevados índices devido à intensa atuação da área de baixa pressão. O Centro apresentou a maior umidade relativa (94,9%), seguido da área Rural (93,1%) e de Perdizes (91,5%).

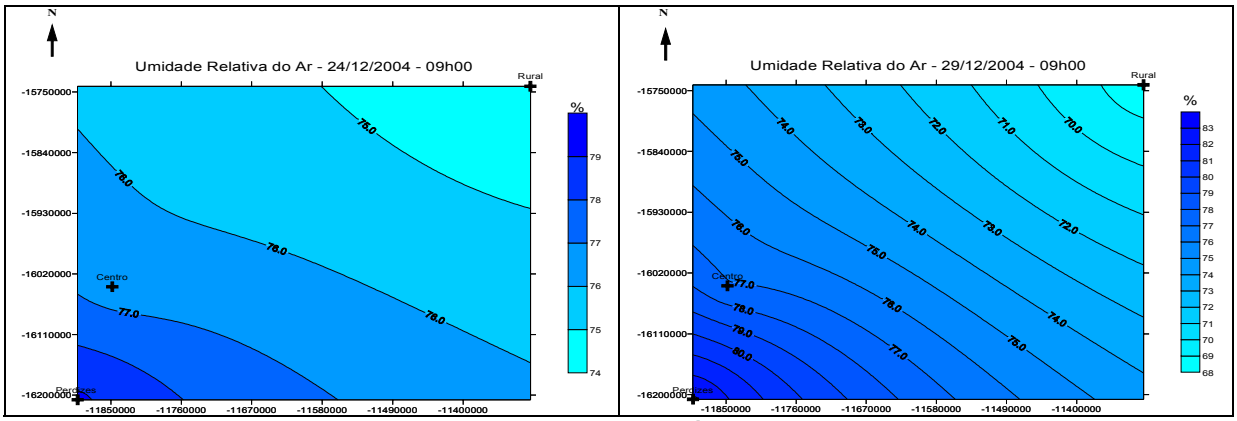

Figura 02 - Cartas de Isoígras - 09h00

A partir da análise de dados realizada anteriormente é possível constatar que as amplitudes térmicas e higrométricas expressaram comportamentos que estiveram diretamente vinculados ao uso e ocupação do solo na área urbana e rural.

A área rural caracterizada pela existência de esparsa vegetação arbórea, pastos e extensas lavouras de milho e soja, demonstrou em grande parte do período de análise elevadas temperaturas. Essa constatação revela que esta área no horário das 09h00 está mais exposta à energia proveniente do sol e a retransmite facilmente para a atmosfera (ondas longas), elevando com isso as temperaturas.

Segundo OKE (1982) ao amanhecer o aquecimento solar da superfície gera um fluxo turbulento de calor sensível que converge na camada da superfície, cuja profundidade é limitada pela inversão noturna crescente. À medida que a camada de mistura aumenta a taxa de aquecimento declina até o meio dia.

A área central do município apresentou durante oito dias (21/12, 23/12, 25/12, 26/12, 28/12, 01/01, 02/01 e 03/01) os menores índices de umidade. Esse comportamento pode estar diretamente vinculado as especificidades do meio urbano como: densidade de construções, tipos de materiais, impermeabilização, circulação de veículos e pessoas e as atividades industriais. Pode-se verificar que o meio urbano também apresenta nos demais horários (15h00 e 21h00) os menores índices de umidade relativa.

OKE (1982), coloca que o processo de urbanização altera o balanço de radiação da superfície devido à substituição dos materiais naturais pelos materiais urbanos. Para o autor as propriedades radiativas dos materiais urbanos promovem mudanças nos processos de absorção, difusão e reflexão de energia, sofridas pela atmosfera, acarretando em alterações locais.

A diminuição dos índices de umidade relativa na área central no horário das 09h00, remete aos apontamentos realizados por OKE, pois fica evidente que essa queda de umidade relativa está diretamente vinculada à estruturação e disposição dos elementos urbanos no município de Birigui.

CARACTERÍSTICAS DA TEMPERATURA DO AR, UMIDADE RELATIVA DO AR E DIREÇÃO DO VENTO AS 15H00.

No horário das 15h00 verificou-se que a cidade manteve temperaturas mais elevadas e a menor umidade relativa do ar quando comparada a área rural. Esse comportamento se estendeu durante a maior parte do período e está evidenciado em algumas cartas de isotermas (Figura 03) e isoígras (Figura 04).

Em 21/12, o dia manteve-se nublado devido à atuação de uma área de convergência de umidade associada a uma frente fria. A umidade relativa do ar no horário das 15h00, manteve-se em 100% na área Rural (houve fraca precipitação no início da manhã neste ponto), em 79,9% em Perdizes e 72,6% no Centro, sendo que, a amplitude higrométrica foi de 27,4%. Neste horário foi possível constatar temperaturas de 26,4°C e 26,6°C no Centro e em Perdizes, respectivamente. A área rural apresentou temperatura de 24,8°C, sendo que, a amplitude térmica neste horário foi de 1,8°C. Os ventos no Centro e em Perdizes foram de SW e na área rural de L. A velocidade do vento esteve entre 1,8 m/seg e 5,2 m/seg.

No dia 22/12 devido à atuação de áreas de instabilidade ocorreram precipitações em todos os pontos no horário das 15h00. Com as precipitações a umidade relativa do ar manteve-se elevada em todos os pontos (Rural – 100%; Perdizes – 100% e Centro – 96,5%), apresentando baixa amplitude higrométrica (3,5%). As temperaturas apresentaram queda quando comparadas ao dia anterior (Rural – 22°C; Perdizes – 21,8°C; e Centro – 22,4°C). É possível constatar que sob atuação de áreas de instabilidade a amplitude térmica se reduz (0,6°C) e a área rural apresenta temperaturas próximas às da cidade. No Centro e na área Rural os ventos predominantes foram de SE e em Perdizes de L. A velocidade dos ventos variou entre 1,8 m/seg e 5,2 m/seg.

Em 23/12 a nebulosidade manteve-se elevada devido à atuação de uma zona de convergência de umidade. Neste dia no horário das 15h00 a temperatura apresentou ligeira elevação em todos os pontos quando comparadas ao dia anterior (Rural – 24,6°C; Perdizes – 25,8°C e Centro – 25,6°C). A amplitude térmica foi de 1,2°C. Devido à elevação de temperatura a umidade relativa do ar apresentou queda em todos os pontos quando comparada ao dia anterior (Rural – 83,7%; Perdizes – 78,1% e Centro – 76,5%) e a diferença higrométrica foi de 7,2 %. Os ventos apresentaram velocidade que variou entre 0,6 m/seg e 3,3 m/seg. A área Rural apresentou ventos de SE, Perdizes apresentou ventos de SW e o Centro ventos de NE.

Com o enfraquecimento da zona de convergência de umidade no dia 23/12, foi possível constatar diferenças na temperatura e umidade relativa do ar entre o urbano – rural. As temperaturas apresentaram-se mais elevadas na cidade que também indicou os menores índices de umidade relativa.

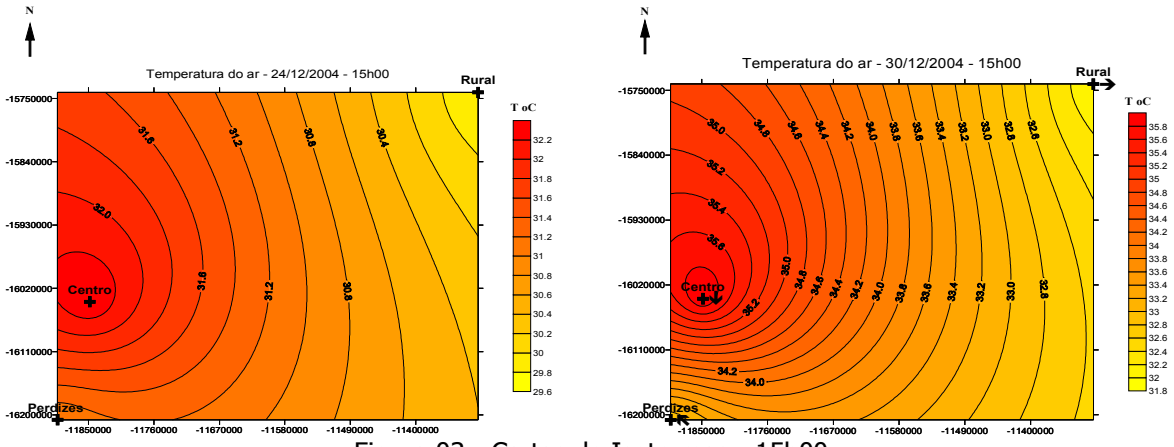

Figura 03 - Cartas de Isotermas - 15h00

Nos dias 24/12 e 25/12 ocorreram elevações nas amplitudes térmicas e higrométricas entre os pontos. Em 24/12 a amplitude térmica foi de 2,6°C e a higrométrica foi de 13,3% e em 25/12 a amplitude térmica foi de 3,8°C e a amplitude higrométrica foi de 25,9%. É fundamental ressaltar que em 24/12 ocorreu enfraquecimento da área de convergência de umidade que estava alinhada com uma frente fria e isto contribuiu para a elevação de temperatura e redução de umidade em todos os pontos. Em 25/12 com o aumento da nebulosidade proporcionada pela atuação de uma zona de convergência de umidade alinhada com uma frente fria evidenciou-se uma ligeira queda nas temperaturas e um aumento da umidade relativa em todos os pontos.

Em 26/12 pode-se verificar que houve queda na temperatura em todos os pontos no horário das 15h00. Essa queda pode ser atribuída a atuação de uma zona de convergência de umidade alinhada com um centro de baixa pressão. Esses sistemas além de provocarem queda na temperatura trouxeram fraca precipitação em todos os pontos neste horário. A área Rural apresentou temperatura de 26°C enquanto Perdizes e o Centro apresentaram respectivamente 26,2°C e 26,8°C. Fica evidente que sob a atuação desses sistemas atmosféricos a amplitude térmica é baixa, estando em torno de 0,8°C. A umidade relativa do ar esteve em 87,2% na área Rural, em 82,7% no bairro de Perdizes e em 80% no Centro, sendo que, a amplitude higrométrica esteve em 7,2%.Os ventos predominantes foram de SW na área Rural e em Perdizes e NE no Centro. A velocidade do vento as 15h00 manteve-se variando entre 1,8 m/seg e 7,4 m/seg.

No período de 27/12 a 29/12 devido atuação de sistemas atmosféricos que ocasionaram estabilidade nas condições do tempo, pode-se constatar que ocorreu elevação de temperatura e redução nos índices de umidade relativa do ar em todos os pontos quando comparados aos dias anteriores. Em 27/12 a amplitude térmica esteve em 0,6°C enquanto em 28/12 e 29/12 a amplitude térmica esteve respectivamente em 2,8°C e 2,2°C. É importante salientar que com a elevação da temperatura ocorreu diminuição da umidade relativa em todos os pontos. A queda apresentou-se com maior intensidade nos pontos localizados na área urbana (Perdizes e Centro), por apresentarem características diferenciadas de uso e ocupação do solo. Em 27/12 a umidade relativa do ar na área Rural foi de 63,7% enquanto em Perdizes estava em 58,5% e no Centro em 57,5%. No dia 28/12 a umidade relativa do ar estava em 58,7% na área Rural, 41,5% em Perdizes e 38% no Centro. Na data de 29/12 os índices de umidade relativa do ar foram de 52,8% para a área Rural, 51,6% para Perdizes e 39,1 % para o Centro. A partir da análise desses dados pode-se verificar que neste período de três dias o Centro demonstrou as menores taxas de umidade relativa do ar. Essa redução nos índices de umidade está relacionada com as diferenciadas formas de uso e ocupação do solo (alta densidade de construções, solo impermeabilizado, ausência de áreas verdes) que ocorrem na área central deste município.

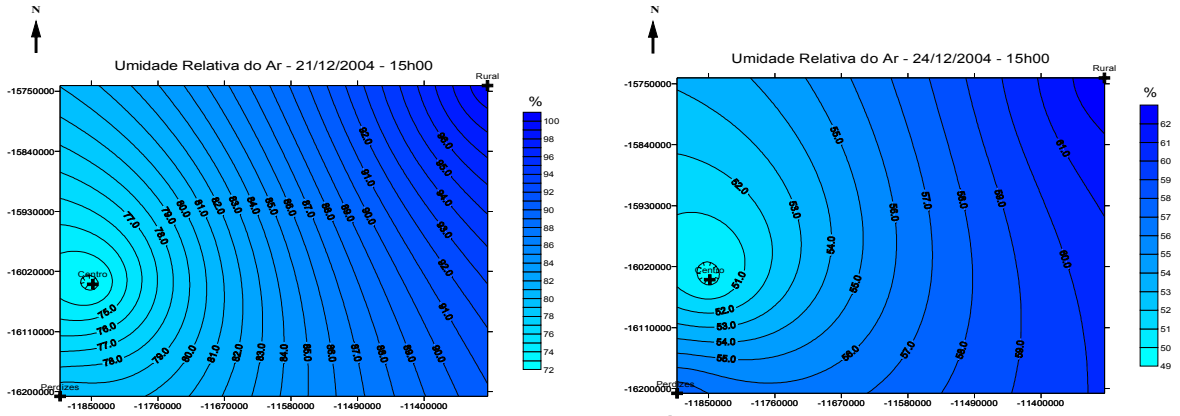

Figura 04 - Cartas de Isoígras - 15h00

Em 30/12 ocorreu a maior amplitude térmica e higrométrica no horário das 15h00 para o período de análise. A amplitude térmica foi de 4°C e a higrométrica foi de 29,3%. Neste horário foram constatadas temperaturas de 32°C na área Rural, 32,8°C em Perdizes e 36°C

no Centro. O vento apresentou direção de W na área Rural, de SE em Perdizes e de N no Centro e sua velocidade esteve variando entre 1,8 m/seg e 5,2 m/seg. A umidade relativa do ar demonstrou índice de 26,6% na área Rural, 55,9% em Perdizes e 44,5% no Centro. É fundamental observar que neste dia a área Rural apresentou o menor índice de umidade relativa do período no horário das 15h00.

No dia 31/12 no horário das 15h00 as temperaturas foram de 32°C na área Rural, 31°C em Perdizes e 33°C no Centro. A umidade relativa do ar esteve em 64,5% na área Rural, em 61,4% no bairro de Perdizes e em 56,1% no Centro. Os ventos foram de W no Rural, de SE em Perdizes e de NE no Centro. A velocidade do vento esteve entre 0,6 m/seg e 5,2 m/seg.

Nos dias 01/01 e 02/01 constataram-se elevadas temperaturas no horário das 15h00, sendo que, a amplitude térmica foi de 2,4°C e 2,7°C, respectivamente. A umidade relativa do ar manteve-se superior na área rural quando comparada à cidade, apresentando no dia 01/01 amplitude higrométrica de 5,4% e no dia 02/01 amplitude higrométrica de 13,2%.

Em 03/01 devido à atuação de uma área de baixa pressão, foi possível constatar aumento de nebulosidade e fraca precipitação em Perdizes e no Centro. As temperaturas para o horário das 15h00 foram de 27,4°C no campo, 27,6°C em Perdizes e 27°C no Centro, sendo que, a amplitude térmica foi uma das menores do período (0,6°C). A umidade relativa do ar apresentou-se mais elevada no campo com 81,7% e em seguida no Centro com 77,9% e em Perdizes com 74,7%. A diferença higrométrica neste horário foi de 7%. Deve-se ressaltar que a redução nas amplitudes está relacionada à atuação do sistema atmosférico que desestabilizou as condições do tempo neste dia.

No dia 04/01 foram constatadas no horário das 15h00 as menores amplitudes térmicas e higrométricas. A amplitude térmica foi de 0,6°C e a higrométrica de 2,5%. É importante considerar nesta data atuava sobre a região Sudeste uma área de baixa pressão que provocou redução de temperatura (Rural – 22,6°C, Perdizes – 23,2°C e Centro – 23°C), aumento de umidade (Rural – 95,6%, Perdizes – 93,1% e Centro – 94,8%) e precipitação em todos os pontos. A velocidade do vento variou entre 5,3 m/seg e 7,4 m/seg e sua direção predominante foi de NW na área Rural e no Centro e de S em Perdizes.

As temperaturas elevadas e a baixa umidade relativa do ar na cidade no horário das 15h00 revelam que esta tem a capacidade de exercer significativas mudanças no comportamento do clima a qual está inserida.

LOMBARDO (1985) realizando uma abordagem sobre clima urbano coloca que a urbanização considerada em termos de espaço físico construído, altera significativamente o clima urbano, considerando-se o aumento das superfícies de absorção térmica, impermeabilização dos solos, alterações na cobertura vegetal, concentração de edifícios que interferem no efeito dos ventos e contaminação da atmosfera por meio da emanação de alguns gases. A mesma autora ainda ressalta que a variação das atividades humanas nos espaços internos diferenciados, como parques, ruas, casas, indústrias e a configuração física da cidade contribuem para as variações climáticas, notando-se alterações mais significativas de temperatura, umidade e vento.

O comportamento diferenciado da temperatura e umidade relativa do ar no horário das 15h00 na área urbana de Birigui quando comparado a sua área rural está diretamente vinculado ao que LOMBARDO (1985) esclarece sobre os impactos da urbanização no clima urbano, pois esta cidade apresenta um complexo uso e ocupação do solo resultante de um inadequado planejamento urbano.

OKE (1980) ressalta que o processo de urbanização ao proporcionar mudanças na natureza da superfície e na atmosfera, afeta as condições de funcionamento dos componentes do sistema climático, pois “perturba os balanços de energia, massa e momentum pré – urbanos e conduz para a modificação do estado de todos os parâmetros atmosféricos do qual o conjunto representa o clima”.

No horário das 15h00 foi possível notar que as áreas densamente construídas (Centro e Perdizes) armazenaram calor durante o período da manhã e passaram a emiti-lo para a atmosfera no período da tarde (15h00). Esse comportamento reflete a capacidade que o organismo urbano de produzir um clima próprio e diferenciado de seu entorno.

CARACTERÍSTICAS DA TEMPERATURA DO AR, UMIDADE RELATIVA DO AR E DIREÇÃO DO VENTO AS 21H00.

A interpretação dos dados correspondentes ao horário das 21h00, revelou que Perdizes e o Centro apresentaram na maior parte do período as temperaturas mais elevadas e as menores umidades relativas quando comparados à área rural. Este comportamento constatado também no horário das 15h00, está evidenciado em algumas cartas de isotermas (Figura 05) e isoígras (Figura 06).

No dia 21/12, sob atuação de uma área de convergência de umidade alinhada com uma frente fria, que ocasionou chuva de fraca intensidade durante a noite (19h00), constatou-se a mesma temperatura em todos os pontos (24°C) e amplitude higrométrica de 4,7%, sendo que, a área rural e Perdizes demonstraram 81,8% de umidade relativa do ar e o Centro demonstrou 77,1%. Predominaram ventos de SE na área rural e no Centro e ventos de S em Perdizes. A velocidade do vento manteve-se variando entre 5,3 m/seg e 7,4 m/seg.

Em 22/12 no horário das 21h00 notou-se queda de temperatura em comparação com o dia anterior. Essa queda foi atribuída à ocorrência de precipitação durante o dia, ocasionada pela participação de uma área de convergência de umidade. A amplitude térmica manteve-se baixa (0,6°C), assim como, a amplitude higrométrica (3,7%). A temperatura manteve-se em 19,6°C na área rural; em 19,4°C em Perdizes e no Centro em 20°C. A umidade relativa apresentou-se na área rural em 92,4%; em Perdizes em 88,7% e no Centro em 90,7%. É possível notar a partir dos valores expostos que a temperatura manteve-se baixa e a umidade relativa do ar apresentou-se alta, devido à atuação da área de convergência de umidade. Os ventos predominantes às 21h00 foram de SE no Rural e no Centro e L em Perdizes. A velocidade do vento foi alta variando entre 5,3 m/seg e 9,8 m/seg (Tabela 4).

No dia 23/12 percebe-se que ocorreu sensível elevação de temperatura no horário das 21h00, decorrente do enfraquecimento da área de convergência de umidade que atuava sobre a Região Sudeste. As temperaturas foram de 22,4°C no Rural; de 22,8°C em Perdizes e 23,8°C no Centro. Com o enfraquecimento desse sistema atmosférico é possível constatar sensível aumento de amplitude térmica (1,4°C) e também de amplitude higrométrica (8%). Os ventos predominantes foram de S na área rural; SW em Perdizes e L no Centro. A velocidade do vento esteve entre 0 m/seg e 3,3 m/seg.

Nos dias 24/12 e 25/12 nota-se que houve aumento de temperatura e redução de umidade relativa do ar no horário das 21h00 quando comparados aos dias anteriores. A amplitude térmica apresentou-se em 3,4°C no dia 24/12 e em 1,2°C no dia 25/12. A diferença higrométrica esteve em 23,1% no dia 24/12 e em 15,3% no dia 25/12. A redução das amplitudes térmica e higrométrica no dia 25/12 esteve vinculada à ocorrência de precipitação principalmente no Centro em horário anterior ao das 21h00. É fundamental ressaltar que o comportamento de temperatura e umidade apresentada em 24/12 esteve vinculado ao enfraquecimento da área de convergência de umidade. Este sistema atmosférico voltou a atuar em 25/12 elevando a nebulosidade e reduzindo as amplitudes térmica e higrométrica.

Na data de 26/12 devido à atuação de uma área de convergência de umidade alinhada com um centro de baixa pressão constatou-se precipitação em todos os pontos no horário das 21h00. A temperatura manteve-se em 22,4°C na área rural; em 23°C no bairro de Perdizes e em 25,2°C na área central. A umidade relativa do ar apresentou valores de 98,2% na área rural; 91,4% no bairro de Perdizes e 82,3% no Centro. A velocidade do vento variou entre 0,6 m/seg e 1,7/m/seg, sendo sua direção de NE na área rural; de SE em Perdizes e L no Centro. A amplitude térmica neste horário foi de 2,8°C e a diferença higrométrica foi de 15,9%.

É importante destacar que mesmo com precipitação as diferenças entre o urbano e rural ainda prevalecem, principalmente quando se compara a área rural e o centro da cidade. Isso evidencia que a cidade apresenta um conjunto de funções e particularidades (fluxo de veículos e de pessoas, densidade de construções, pavimentação asfáltica associada à impermeabilização do solo, entre outros) que a diferem de seu entorno.

No período de 27/12 a 31/12 verificou-se elevação de temperatura e redução de umidade relativa do ar no horário das 21h00. Esse comportamento ficou evidenciado principalmente na área urbana (Perdizes e Centro).

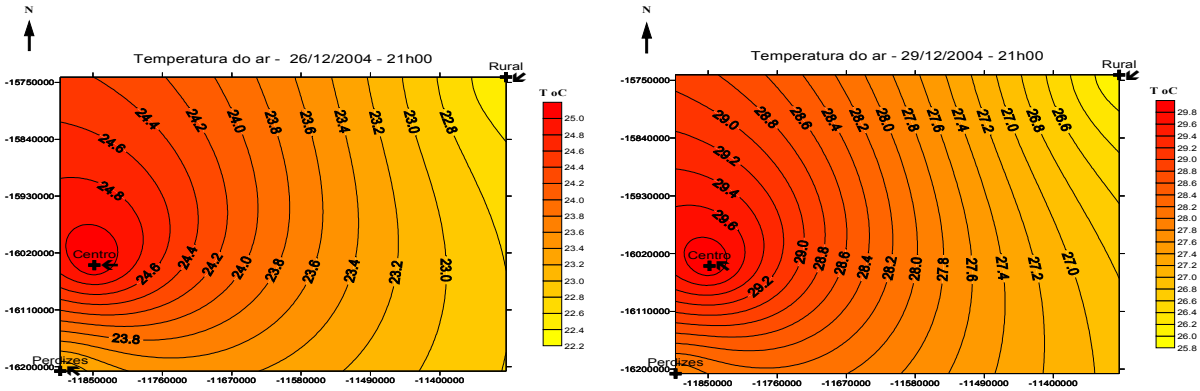

Figura 05 - Cartas de Isotermas - 21h00

Durante este período uma área de convergência de umidade alinhada com frentes frias atuou principalmente sobre o litoral do Sudeste brasileiro. A área de estudo localizada no interior do Estado de São Paulo não recebeu consideráveis influências desse sistema atmosférico, apresentando estabilidade nas condições do tempo, com nebulosidade pouco variável.

Em 27/12 as temperaturas registradas as 21h00 atingiram 24,8°C na área Rural e 25,2°C em Perdizes e no Centro. A umidade relativa do ar apresentou valores de 86,1% na área rural; de 88,6% em Perdizes e 83,9% no Centro. As amplitudes térmica e higrométrica apresentaram os respectivos valores: 0,4°C e 4,7%. A direção e velocidade do vento na área Rural e em Perdizes foram nulas, sendo que, no Centro predominaram ventos de N e sua velocidade variou entre 1,8 m/seg e 3,3 m/seg. É fundamental ressaltar que neste dia o bairro de Perdizes localizado na transição entre a área rural e urbana do município apresentou umidade relativa do ar superior à área Rural e ao Centro.

Na data de 28/12 constatou-se amplitude térmica de 3,1°C e diferença higrométrica de 26,6%. Deve-se considerar que a amplitude higrométrica registrada foi a maior em todo o período de análise. As 21h00 as temperaturas atingiram 24,7°C na área Rural; 25°C em Perdizes e 27,8°C no Centro. A umidade relativa do ar esteve em 64,9% na área rural; em 85,4% no bairro de Perdizes e em 58,8% no Centro. Predominaram ventos de L na área Rural e no Centro e sua velocidade esteve variando entre 1,8 m/seg e 3,3 m/seg. Neste dia constatou-se que a umidade relativa do ar no bairro de Perdizes foi superior a área rural e ao Centro, seguindo o mesmo comportamento constatado em 27/12. É importante enfatizar que o Centro apresentou a temperatura mais elevada (27,8°C), explicitando diferenças que estão diretamente relacionadas à interferência antrópica no meio.

Em 29/12 no horário das 21h00 as temperaturas registradas foram de 26°C na área Rural; 27,8°C em Perdizes e 30°C no Centro. Neste dia atuaram no litoral da Região Sudeste, áreas de convergência de umidade e constatou-se a maior amplitude térmica do período para o horário das 21h00 que foi de 4°C. A diferença higrométrica foi de 17,3%. Os ventos foram de NE na área Rural e de SE no Centro e sua velocidade variou entre 1,8 m/seg e 3,3 m/seg.

Nos dias 30/12 e 31/12 a temperatura manteve-se elevada em todos os pontos no horário das 21h00. As amplitudes térmicas verificadas nestes dias foram de 3,4°C e 3,6°C,

respectivamente. Constatou-se elevação de umidade relativa do ar em todos os pontos, que apresentaram amplitude higrométrica de 26,2% em 30/12 e 21,2% em 31/12. Neste período havia calmaria em todos os pontos, excluindo-se o Centro no dia 31/12 que demonstrou ventos de N, com velocidade variando entre 1,8 m/seg e 3,3m/seg.

Em 01/01 devido à atuação de áreas de instabilidade originadas pelo forte calor e umidade da atmosfera constatou-se elevação de nebulosidade no horário das 21h00. As temperaturas registradas (Rural – 25,9°C; Perdizes – 26°C e Centro – 27°C) apresentaram sensível declínio quando comparadas aos dias anteriores. A umidade relativa do ar apresentou índices de 78,1% na área Rural; 76,7% no bairro de Perdizes e 71,5% no Centro. A direção predominante do vento foi de SE (Rural e Centro) e L (Perdizes). A velocidade do vento esteve variando entre 1,8 m/seg e 7,4 m/seg.

Nesta data registrou-se queda na amplitude térmica (1,1°C) e higrométrica (6,6%) devido à atuação das áreas de instabilidade que provocaram mudanças no comportamento do tempo e conseqüentemente, aumento na velocidade do vento.

No dia 02/01 no horário das 21h00 constatou-se o avanço de uma área de baixa pressão sobre o Sudeste brasileiro. Neste dia as temperaturas (Rural – 24,4°C; Perdizes – 25,8°C e Centro – 26,2°C) apresentaram queda e a amplitude térmica foi de 1,8°C. A umidade relativa do ar (Rural – 81,2%; Perdizes – 78,1% e Centro – 76,8%) demonstrou sensível elevação e a amplitude higrométrica registrada foi de 4,4%. A velocidade do vento variou entre 0,6 m/seg e 1,7 m/seg e sua direção foi de W na área Rural e de SE em Perdizes e no Centro.

Em 03/01 devido ao fortalecimento da área de baixa pressão ocorreu aumento de nebulosidade e precipitação em todos os pontos no horário das 21h00. Esse comportamento possibilitou a redução de temperatura (Rural – 23,4°C; Perdizes – 23,8°C e Centro – 24,8°C) e o aumento da umidade relativa do ar (Rural – 94%; Perdizes – 91,5% e Centro – 86,9%). As amplitudes térmica e higrométrica foram de 1,4°C e 7,1%, respectivamente. A direção do vento constatada foi de SE na área Rural e em Perdizes e de L no Centro, sendo que, sua velocidade manteve-se variando entre 1,8 m/seg e 5,2 m/seg.

No dia 04/01 sob o domínio de uma área de baixa pressão constatou-se no horário das 21h00 amplitude térmica de 0,6°C e a menor amplitude higrométrica do período que foi de 3,5%. Neste dia as temperaturas foram de 22,4°C na área Rural; 22,2°C em Perdizes e 22,8°C no Centro. A umidade relativa do ar (Rural – 96,5%; Perdizes – 98,2% e Centro – 100%) manteve-se elevada devido a precipitações ocorridas durante o dia. É importante salientar que a atuação de um sistema atmosférico que provoque redução de temperatura e aumento de umidade relativa do ar contribui para diminuir a diferença entre os indicadores do urbano e do rural.

Os dados referentes ao horário das 21h00 nos revelam que a cidade apresenta temperaturas mais elevadas e menor umidade relativa do ar quando comparada ao campo. Esse fato também constatado no horário das 15h00 nos permite admitir que o meio urbano possui características e particularidades climáticas que o diferem de seu entorno.

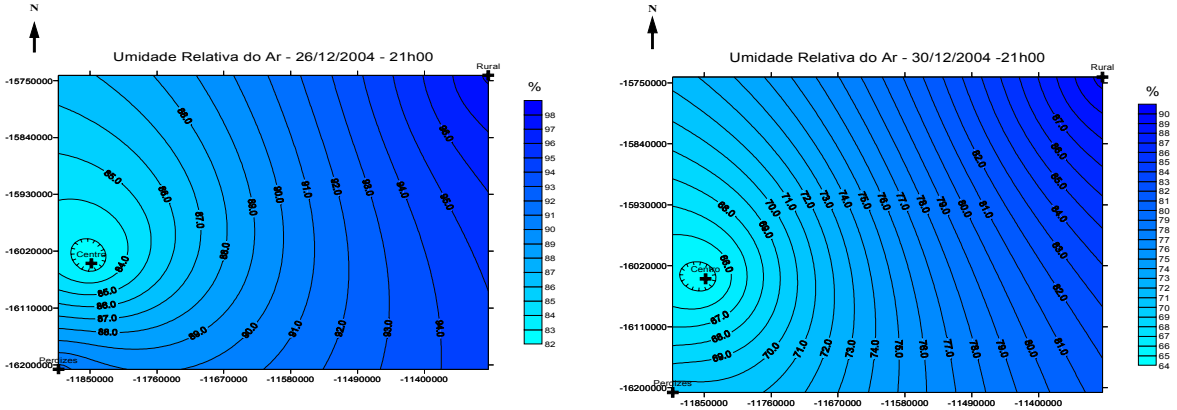

Figura 06 - Cartas de Isoígras - 21h00

MONTEIRO (1976) estudando as características e particularidades climáticas do meio urbano defende que a cidade gera um clima próprio (clima urbano) resultante da interferência de todos os fatores que se processam sobre a camada limite urbana e que agem no sentido de alterar o clima em escala local. Seus efeitos são ligados a desequilíbrios no conforto térmico; a qualidade do ar; aos impactos pluviais e outras manifestações, que estão diretamente vinculadas aos canais de percepção humana. Esses canais são discutidos por MONTEIRO (1976) no Sistema Clima Urbano.

A elevação de temperatura e diminuição da umidade relativa do ar evidenciada na cidade nos horários das 15h00 e 21h00 demonstra que as mudanças proporcionadas pela atuação humana no meio estão influenciando a qualidade ambiental urbana e de vida de sua população.

GOMEZ (1984) afirma que a cidade produz e irradia calor com uma magnitude e ritmos temporal que a torna peculiar e radicalmente diferenciada do ambiente rural. Por isso defende como necessário explorar as diversas edificações e os usos do solo, as morfologias, os materiais de construção, o desmatamento, dentre outros, pois estes operam como condicionantes na geração do clima urbano.

No caso do município de Birigui todos os condicionantes levantados por GOMEZ (1984) estão contribuindo para a diferenciação entre o rural e o urbano. Isto fica evidente quando observamos nos horários das 15h00 e 21h00 a elevação de temperatura e a redução de umidade relativa do ar na cidade quando comparada ao campo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O município de Birigui – SP, assim como grande parte das cidades brasileiras apresenta diferenciado uso e ocupação do solo decorrente da forma com que se processam as relações sociais, políticas e econômicas no espaço.

A organização e estruturação urbana e rural de Birigui – SP advêm principalmente dos interesses e necessidades sócio-econômicas de seus moradores. Essa relação com o espaço além de produzir e reestruturar a realidade também conduz para uma conjuntura de problemas ambientais resultantes de um rápido e desordenado crescimento.

O intenso desenvolvimento desta cidade esteve vinculado a políticas públicas ineficientes e a um inadequado planejamento urbano que causou impactos nos componentes ambientais, inclusive o clima.

Partindo da perspectiva de possíveis mudanças no comportamento do clima proporcionadas pelo processo de urbanização, buscou-se através desta pesquisa comparar a temperatura, umidade relativa do ar e direção do vento entre a cidade e o campo, procurando investigar as diferenças no comportamento desses elementos do clima em condições adversas de uso e ocupação do solo, verificando também em quais condições atmosféricas as diferenças entre a cidade e o campo se evidenciaram.

A pesquisa realizada em campo englobando áreas com uso e ocupação diferenciado do solo (Rural; Perdizes; Centro) e viabilizadas através de levantamentos diurnos e noturnos em horários pré-estabelecidos (09h00; 15h00 e 21h00), de temperatura, umidade relativa do ar e direção do vento em diferentes situações sinóticas, permitiram detectar algumas respostas térmicas e higrométricas ocorridas em dias representativos do Verão.

As respostas térmicas e higrométricas evidenciaram anomalias que são conseqüência das diferenças existentes no uso e ocupação do solo na área urbano-rural de Birigui – SP e também da atuação dos sistemas atmosféricos que puderam contribuir para a intensificação ou não das anomalias.

As 09h00 foi possível constatar uma amplitude térmica máxima de 2,2°C, sendo que o campo, manteve-se em nove dias do período, mais quente que a cidade. O campo as 09h00

atingiu máxima temperatura do ar devido à absorção da radiação solar pelo solo desde o amanhecer, desta forma, o tipo de cobertura do solo começa a devolver o calor e aquecer o ar próximo da superfície mais rapidamente. É fundamental esclarecer que a maior amplitude térmica do período às 09h00 ocorrida em 31/12 esteve diretamente vinculada à ausência de chuvas, estabilidade do tempo e baixa velocidade do vento.

A cidade por apresentar uma disposição e composição de elementos e construções diferenciados não apresenta as temperaturas mais elevadas no horário das 09h00. Deve-se ressaltar que o organismo urbano adquire e libera calor de forma mais lenta e gradativa do que o meio rural.

No horário das 15h00 a área densamente construída (cidade) apresentou a temperatura mais elevada com relação à área rural, devido ao tipo de uso e ocupação do solo que contribuiu para maximizar o fenômeno. A diferença térmica variou entre 0,6°C e 4°C e sua máxima intensidade se deu sob atuação de uma área de convergência de umidade que agiu sobre o Sudeste brasileiro. A diferença higrométrica entre os pontos variou de 2,5% a 29,3%, sendo que, a malha urbana apresentou durante o período os menores índices de umidade relativa do ar.

A elevação de temperatura e diminuição de umidade relativa do ar no horário das 15h00 é resultante do aquecimento diurno que apresenta neste horário os maiores índices nas áreas com alta e média densidade de construções. O asfalto e o concreto emitem parte do calor armazenado para a atmosfera no decorrer da manhã, fazendo com que o ar torne-se mais aquecido.

As 21h00, o campo apresentou-se menos quente que os demais pontos, isto devido ao tipo de cobertura do solo, pois a grama devolve mais rapidamente o calor armazenado a partir do pôr-do-sol, através da evapotranspiração e absorve mais calor latente, diminuindo o calor sensível. As áreas urbanas apresentaram-se mais quentes por causa dos materiais (asfalto e concreto das edificações) que neste horário emitem calor pela radiação terrestre.

O calor latente é a energia térmica necessária para mudar uma substância de uma fase para outra, através de processos de evaporação e condensação. No processo de evaporação há um resfriamento do ar, pois existe retirada de energia térmica do ambiente. No processo de condensação há um aquecimento do ar, devido à liberação de energia térmica para o ambiente. O calor latente é uma fonte importante de energia na atmosfera e é responsável pela distribuição de energia no ambiente.

A máxima amplitude térmica constatada no horário das 21h00 foi de 4°C e esteve vinculada a atuação de uma área de convergência de umidade associada a uma frente fria e também a baixa velocidade do vento.

As amplitudes térmica e higrométrica estiveram vinculadas ao comportamento da velocidade do vento que quando se manteve baixa conduziu o calor de um ponto para outro. Isto ficou evidenciado principalmente na variação de temperatura na área de transição urbano-rural (Perdizes). Com a baixa velocidade do vento neste ponto pode-se constatar a influência que a área densamente construída e a área rural podem exercer para aumentar ou reduzir os índices de temperatura.

O registro de precipitação se constituiu como um fator de extrema importância, pois contribuiu para amenizar as diferenças na amplitude térmica intra-urbana.

Com o levantamento de dados realizado nesta pesquisa foi possível constatar que o município de Birigui demonstra elevação de temperatura e diminuição de umidade relativa do ar em sua área urbana, principalmente nos horários das 15h00 e 21h00. Nestes horários tem-se evidenciada a capacidade das áreas urbanas (Perdizes e Centro) em armazenar calor nas suas edificações.

O campo demonstrou um comportamento diferenciado da área urbana principalmente com relação às taxas de umidade relativa do ar. Em grande parte do período as taxas de umidade relativa do ar se apresentaram superiores a cidade, pois o campo dispõe de um tipo de cobertura, vegetação rasteira e arbórea esparsa, que lhe possibilita um resfriamento mais rápido através de evapotranspiração, que libera calor através da perda de água, e não, em forma de radiação.

Pela pesquisa ter sido realizada no Verão constatou-se que a umidade relativa do ar foi elevada em todos os pontos (no Verão o ar mais aquecido e as precipitações contribuem para a elevação das taxas de umidade relativa do ar), mas diferenças significativas entre o urbano e o rural foram evidenciadas.

A pesquisa que buscou comparar a temperatura, umidade relativa do ar e direção dos ventos detectou a existência de diferenças no balanço de radiação entre as áreas urbanas e rurais de Birigui – SP. Essas áreas apresentaram índices diferenciados e tiveram como principais agentes: a atuação dos sistemas atmosféricos e a composição e disposição dos materiais existentes no solo.

Os diversos tipos de sistemas atmosféricos que atuaram sobre o Estado de São Paulo e também sobre a região de Birigui – SP contribuíram para intensificar ou homogeneizar o comportamento dos elementos climáticos avaliados. É evidente a intensa participação das áreas de convergência de umidade, das frentes frias e dos sistemas de baixa pressão.

O uso e a ocupação do solo tanto na área urbana quanto na rural influenciaram as condições térmicas e higrométricas. Os valores de temperatura e umidade relativa do ar apresentaram variações que também foram decorrentes da disposição dos elementos urbanos (propriedades térmicas dos materiais, pavimentação, impermeabilização, circulação de veículos e pessoas, poucas área verdes) e rurais (vegetação arbórea e gramínea, corpos hídricos).

Ao final desta pesquisa nota-se que Birigui apresenta especificidades térmicas e higrométricas que estão associadas principalmente à disposição e organização de seu território e de suas atividades.

As diferenças significativas entre cidade – campo revelam que o município de Birigui apresenta um padrão de planejamento urbano que desconsidera os componentes ambientais, inclusive o clima. Para que o município não comprometa a qualidade ambiental urbana e de vida de sua população é importante adotar projetos que busquem um adequado planejamento urbano.

É fundamental que o poder público e a população busquem através de uma gestão participativa estimular a solução dos problemas de ordem ambiental considerando como elementos fundamentais: a constituição de área verde, a readequação de corpos hídricos, a adoção de modelos adequados para a malha urbana, o reflorestamento das áreas rurais e o cumprimento da legislação que gerencia o solo urbano.

REFERÊNCIAS

AMORIM, M. C. C. T. **O clima urbano de Presidente Prudente /SP.** São Paulo, 2000. 374p. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

CLIMANÁLISE. Cachoeira Paulista: INPE/CPTEC, Dezembro 1996 – 2003 v. 11-18.

GARCÍA, FERNÁNDEZ F. **Manual de climatologia aplicada:** clima, medio ambiente y planificación. Madrid: Editorial síntesis, S.A., 1995. 285p.

GOMEZ, A. L., GARCIA, F. F. La isla de calor en Madrid: avance de un estudio de clima urbano. **Estudios Geográficos**, *45*, n.174, p.5-34, enero-marzo 1984.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de calor nas metrópoles:** o exemplo de São Paulo. São Paulo: Hucitec, 1985. 244p.

MENDONÇA, F. de A. **O clima e o planejamento urbano de cidade de porte médio e pequeno:** proposição metodológica para estudo e aplicação à cidade de Londrina, PR. São Paulo, 1994. 322P. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

MONTEIRO C. A. de F***. Teoria e Clima Urbano.*** São Paulo: IGEOG/USP, 1976. 181p. (Série Teses e Monografias, 25).

MONTEIRO C. A. de F. Por um suporte teórico e prático para estimular estudos geográficos do clima urbano no Brasil. **Geosul,** Florianópolis, v.5, n.9, p.7-19, 1990.

MONTEIRO C. A. de F. Adentrar a cidade para tomar-lhe a temperatura. **Geosul,** Florianópolis, v.5, n.9, p. 61-79, 1990.

MONTEIRO C. A. de F. A cidade como processo derivador ambiental e estrutura geradora de um "clima urbano". **Geosul,** Florianópolis, v.5, n.9, p. 80-114, 1990.

MONTEIRO, C. A. de F.; TARIFA, J. R. Contribuição ao Estudo do Clima de Marabá: uma abordagem de campo subsidiária ao planejamento urbano. **Climatologia nº 7**. São Paulo: IGEOG/USP, 1977, 51p.

OKE, T. R. Climat impactos of urbanization. In: Interations of energy and climate. **Procedding.** Dordrecht/Holanda: D. Heider Publishing Company, p.339-361, 1980.

OKE, T. R. The energetic basis of the urban heat island. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society,** v.108, n. 455, p. 1-24, jan. 1982.

PITTON, S. E. C. **As cidades como indicadores de alterações térmicas.** São Paulo, 1997. 272p. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

SEZERINO, M. L., MONTEIRO, C. A. F. O campo térmico na cidade de Florianópolis: primeiros experimentos. **Geosul,** Florianópolis, v.5, n.9, p. 20-60, 1990.